

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-162409
(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.CI.

G02B 3/08

(21)Application number : 10-339111
(22)Date of filing : 30.11.1998

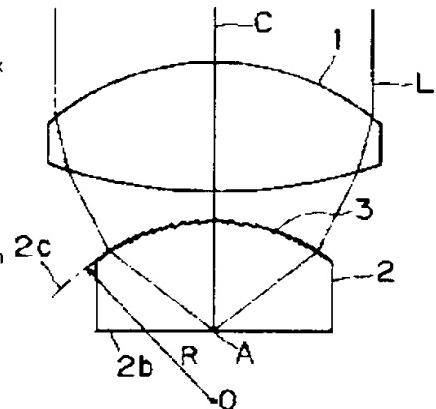
(71)Applicant : MINOLTA CO LTD
(72)Inventor : OKUDA KEIJI
KATO MASATO

(54) SOLID IMMERSION LENS AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce production man-hours by using a medium with a refractive index of 1 or more for forming a lens and arranging a diffraction grating on an incident face.

SOLUTION: This solid immersion lens 2 is made of a medium with a refractive index of one or more. In the solid immersion lens 2, a diffraction grating 3 is formed on a spherical reference surface 2c using a point O as the center and having a radius R. Parallel light flux L is incident on a light condensing lens 1, and then, incident on the solid immersion lens 2 so as to be refracted and converged in a condensing stop A on a condensing surface 2b. The solid immersion lens 2 can be thinned, while displacement to the thickness is reduced, so that a wide side face part can be secured. Therefore, plate type bodies provided with a plurality of solid immersion lenses 2 arranged in line and connected together in the side face parts are easily formed by molding. Subsequently, the connected plate bodies are individually cut off to be separated from each other, and a large quantity of solid immersion lenses 2 can be easily provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-162409

(P2000-162409A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.CI.

G 02 B 3/08

識別記号

F I

マークコード(参考)

G 02 B 3/08

審査請求 未請求 請求項の数 6 ○ L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-339111

(71) 出願人

000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 奥田 啓二

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 加藤 正人

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100085501

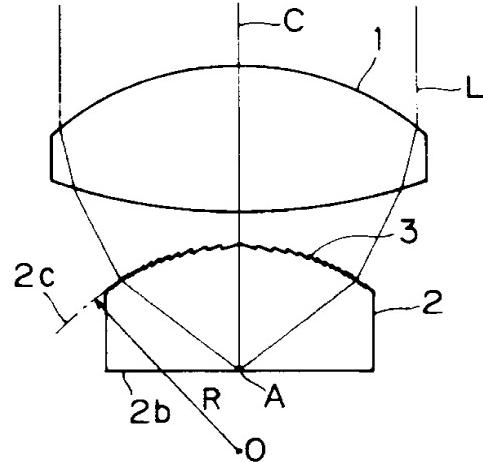
弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 固浸レンズ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 製造工程を削減することのできる固浸レンズ及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 屈折率が1より大きな媒質から成り、入射面2aから入射した光束Lか入射面2aに対向する集光面2b上で微小な集光スポットAを形成する固浸レンズ2において、入射面2aに回折格子3を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈折率か1より大きな媒質から成り、入射面に入射した光束が集光面上で微小な集光スポットを形成する固浸レンズにおいて、前記入射面に回折格子を設けたことを特徴とする固浸レンズ。

【請求項2】 前記回折格子を平面の基準面上に形成したことを特徴とする請求項1に記載の固浸レンズ。

【請求項3】 前記基準面上に垂直に平行光束が入射した時に前記集光面上に集光スポットが形成されるようにしたことを特徴とする請求項2に記載の固浸レンズ。

【請求項4】 複数個配列された請求項1乃至請求項3に記載の固浸レンズを一体に形成したことを特徴とする固浸レンズ。

【請求項5】 複数の回折格子が配列された板状体を屈折率か1より大きな媒質で一体成形し、必要に応して前記回折格子を所望の個数毎にカッティングして分離することを特徴とする固浸レンズの製造方法。

【請求項6】 屈折率か1より大きな媒質から成る板状体の上面に複数の回折格子をフォトエッチングにより形成し、必要に応して前記回折格子を所望の個数毎にカッティングして分離することを特徴とする固浸レンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顕微鏡や光記録用ヘッド等に用いられて集光スポットの径を小さくする固浸レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の顕微鏡や光記録用ヘッド等に用いられる固浸レンズは図1に示すようになっており、平行な光束 S_1 は集光レンズ L_1 に入射し、更に固浸レンズ L_2 の球面の入射面 R_2 に入射して、球面の中心から z の距離にある集光面 R_1 上の集光スポット A で集光する。ここで、球面の半径を r 、固浸レンズ L_2 の屈折率を n とすると $z = r/n$ で表される。

【0003】一般に、集光スポットの径は、開口数を N_A 、光の波長を λ 、媒質の屈折率を n 、最周辺の光線と光軸のなす角を θ 、とすると、 $\lambda/N_A (\lambda/n \sin \theta)$ に比例する。ここで空気中の場合は $n=1$ である。従って、図のような固浸レンズ L_2 を用いると、屈折率 n か1より大きな媒質から形成されるので開口数 N_A が大きくなる。また、媒質内の最周辺の光線と光軸 C のなす角 ϕ_a が図のように媒質に入射する前の該角 θ_a より大きくなる。その結果、集光スポット A の径は $\lambda/n \sin \phi_a (= \lambda/n \sin \theta_a)$ に比例するためこの径を小さくすることでき、顕微鏡の分解能向上や光記録の記録密度向上を図ることができるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の

固浸レンズ L_2 は集光面 R_1 から球面（入射面 R_2 ）の中心 O より図中、下方にあるため球体に近い形状となる。このため、成形加工によって精度良く球面を形成することが困難であった。また、研磨加工によって球面を精度良く形成する際に個々の固浸レンズ L_2 を個別に研磨加工する必要がある。従って製造工数を増大させ、製造コストがかかっていた。更に、光記録の高密度化に対応して複数の固浸レンズ L_2 をアレイ状に配列してヘッドを構成する際に、個々の固浸レンズ L_2 を精度良く配列する必要があり、更に製造コストがかかっていた。

【0005】本発明は、製造工数を削減することのできる固浸レンズ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に記載された発明は、屈折率か1より大きな媒質から成り、入射面に入射した光束が集光面上で微小な集光スポットを形成する固浸レンズにおいて、前記入射面に回折格子を設けたことを特徴としている。この構成によると、入射光は入射面に形成された回折格子のハサウエーによって屈折し、互いに強めあって集光スポットに集光する。

【0007】また請求項2に記載された発明は、請求項1に記載された固浸レンズにおいて、前記回折格子を平面の基準面上に形成したことを特徴としている。この構成によると、入射光は平面上に形成された回折格子によって互いに強めあって集光スポットに集光する。

【0008】また請求項3に記載された発明は、請求項2に記載された固浸レンズにおいて、前記基準面上に垂直に平行光束が入射した時に前記集光面上に集光スポットが形成されるようにしたことを特徴としている。この構成によると、平面上に形成された回折格子のハサウエーによって該平面に垂直に入射する平行光束が屈折し、互いに強め合って集光スポットに集光する。

【0009】また請求項4に記載された発明は、複数個配列された請求項1乃至請求項3に記載の固浸レンズを一体に形成したことを特徴としている。この構成によると、入射光は入射面に形成された回折格子によって互いに強めあって、複数の夫々の回折格子に対応する複数の集光スポットに集光する。

【0010】また請求項5に記載された発明は、複数の回折格子が配列された板状体を屈折率か1より大きな媒質で一体成形し、必要に応して前記回折格子を所望の個数毎にカッティングして分離することを特徴としている。

【0011】この構成によると、屈折率か1より大きな媒質により複数の配列された回折格子が成形加工によって一体成形される。そして、そのままあるいは所望の数量の回折格子毎にカッティングされて、1つの回折格子を有する固浸レンズまたはアレイ状に複数配列された固

浸レンズが得られる。

【0012】また請求項6に記載された発明は、屈折率か1より大きな媒質から成る板状体の一面に複数の回折格子をフォトエッチングにより形成し、必要に応して前記回折格子を所望の個数毎にカッティングして分離することを特徴としている。

【0013】この構成によると、屈折率か1より大きな媒質から成る板状体にフォトエッチングにより所定の段差を設けて複数の配列された回折格子が形成される。そして、そのままあるいは所望の数量の回折格子毎にカッティングされて1つの回折格子を有する固浸レンズまたはアレイ状に複数配列された固浸レンズが得られる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を図を参照して説明する。説明の便宜上従来例の図1と同一の部分には同一の符号を付している。図2は本発明の第1実施形態の固浸レンズを示す概略図である。固浸レンズ2はOを中心とする半径Rの球面の基準面2c上に回折格子3が形成されている。平行な光束L1は集光レンズ1に入射し、更に固浸レンズ2に入射して屈折し、集光面2b上に集光する。

【0015】回折格子3の詳細図を図3の(a)、(b)に示すと、固浸レンズ2の光軸Cから距離xの点Bにおいて、光軸Cに対してθの角度で入射する光束Lbは、回折格子3の斜面3aで光軸Cに対してφの角度に屈折する。該斜面3aに隣接する斜面3a'に入射する光束Lb'も同様に屈折して集光スポットAに集光するようになっている。この時、光束Lbと光束Lb'が集光スポットAで互いに強め合うような光路差になるよう回浸レンズ2及び回折格子3の形状を決めている。

【0016】光軸C上の回浸レンズ2の厚みをt、媒質の屈折率をn、斜面3aの法線と光軸Cのなす角をα、とし、上記より基準面2cの半径をR、光束Lbと光軸Cのなす角をθ、光束Lbの屈折光Lcと光軸Cのなす角をφ、とすると、

$$\sin(\alpha - \theta) = n \sin(\alpha - \phi) \quad \dots \textcircled{1}$$

となる。ここで、 $\tan \phi = x / (t - R(1 - \cos \theta))$ である。

【0017】また、回折格子3に入射する前後における光束Lbと光束Lb'との光路差d1、d2は、光束Lの設計波長を入、斜面3aのピッチをp、とすると 図3の(b)より、

$$d1 = p \sin(\theta - \beta)$$

$$d2 = p \sin(\phi - \beta)$$

となる。ここで、 $x = R \sin \beta$ である。従って、光路差d1、d2により光束Lb、Lb'が互いに強め合う条件は、 $n d2 - d1 = \lambda$ より、

$$p(n \sin(\phi - \beta) - \sin(\theta - \beta)) = \lambda \quad \dots \textcircled{2}$$

となる。

【0018】これらの式①②を満足するように斜面3a

を形成することで集光スポットAに集光させることができる。このような回浸レンズ2によると、回折格子3のパワーによって基準面2cの中心よりも入射面2aに近い側に集光スポットAを形成することができる。

【0019】前述の図1に示す従来の回浸レンズ2において、例えば、屈折率n=1.6、入射面2aの半径r=1mm、入射光Lの開口数NA=0.5（空気の屈折率を1とするとθa=30°）とすると、中心Oから集光スポットAまでの距離z=r/n=0.625mm、厚みt=1.625mmとなり、入射光Lの最周辺部が回浸レンズ2の表面を通過する点q1と回浸レンズ2の頂点q0との光軸方向の変位sは0.993mmとなる。この時、回浸レンズ2を含んだ全系の開口数NA'は $0.5 \times 1.6 = 1.28$ になり、回浸レンズ2内における最周辺の光線が光軸Cとなす角φaは53.1°になっている。

【0020】これに対し本実施形態の回浸レンズ2において（図3の(a)参照）、屈折率n=1.6、基準面2cの半径R=2mm、入射光Lの開口数NA=0.5とすると、例えば厚みt=1.008mm、変位s=0.264mmにすることができる。この時、上記同様φa=53.1°であり、回浸レンズ2を含んだ全系の開口数NA'は1.28である。

【0021】従って、回浸レンズ2の厚みtを薄くすることができるとともに、厚みtに対する変位sが小さくなつて、側面部2dを広く確保することができる（本実施形態では最大り、7.44mm）。従って、複数の回浸レンズ2を配列し、側面部2dで繋がった図4に示すような形状の板状体20を成形加工により容易に作成することができる。そして、個々にカッティングして分離することで容易に大量の回浸レンズ2を得ることができ、製造コストの削減が可能となる。

【0022】また、板状体20から複数の回浸レンズ2を1つの単位として図中、一点鎖線のようにカッティングすることにより、複数の回浸レンズ2が配列された回浸レンズ21を簡単に得ることができる。その結果、個々の回浸レンズ2を精度良く配列させる作業を必要とせずにアレイ状の回浸レンズ21を得ることができ、アレイ状の回浸レンズ21の製造コストを更に削減することができる。

【0023】次に、図5は本発明の第2実施形態の回浸レンズ2を示す図である。回浸レンズ2は平面の基準面2c上に回折格子3が形成されている。D部の拡大図を図6に示すと、回折格子3の斜面3aは入射する光束Lbに対して垂直に形成されている。このため、平行な光束L1は集光レンズ1に入射し、更に回浸レンズ2に入射して、屈折せずに集光面2b上の集光スポットAで集光する（図5参照）。

【0024】回浸レンズ2の光軸Cから距離xの点Bにおいて、光軸Cに対してφの角度（ $\tan \phi = x / t$ 、

tは基準面2cまでの固浸レンズ2の厚み)で回折格子3の斜面3aに入射する光束Lbは、屈折せずに進行する。該斜面3aに隣接する斜面3a'に入射する光束Lb'も同様に進行して集光スポットAに集光する。この時、光束Lbと光束Lb'が集光スポットAで互いに強め合うような光路差になるように固浸レンズ2及び回折格子3の形状が決められている。

【0025】媒質の屈折率をn、光束Lの設計波長をλ、回折格子3に入射する前後における光束Lbと光束Lb'との光路差をd1、d2とすると、光束Lb、Lb'が互いに強め合う条件は、nd2-d1=λとなる。従って、斜面3aの深さをdとすると、d1=d2=dより、d=λ/(n-1)とすることで回折格子3の形状が決められる。

【0026】ここで、斜面3a、3a'を集光スポットAを中心とする曲率半径Rb(Rbはsinφ=x/Rbにより与えられる)の球面にすると、1つの斜面3aにおいて入射する光束Lb、Lb'による集光スポットAの径の広かりを排除できるので望ましい。

【0027】このような固浸レンズ2は、第1実施形態と同様に板状体20(図4参照)を成形加工により作成し、カッティングすることにより得ることができるので、第1実施形態と同様の効果を得ることができます。また、図7に示すように、平板上に回折格子3を写真製版技術によるフォトエッチング等の方法で基準面2c上にステップ状に形成してもよく、簡単に高精度且つ大量の回折格子3を形成することが可能となる。

【0028】次に、図8は本発明の第3実施形態の固浸レンズ2を示す図である。固浸レンズ2は第2実施形態と同様に平面の基準面2c上に回折格子3が形成されている。光軸Cに平行な光束しか入射したときに光束Lは屈折し、集光面2b上の集光スポットAに集光するよう回折格子3を形成している。

【0029】E部の拡大図を図9に示すと、固浸レンズ2の光軸Cから距離xの点Bにおいて、光軸Cに平行に入射する光束Lbは、傾斜角αの斜面3aで屈折する。該斜面3aに隣接する斜面3a'に入射する光束Lb'も同様に進行して集光スポットAに集光するようになっている。この時、光束Lbと光束Lb'が集光スポットAで互いに強め合うような光路差になるように固浸レンズ2及び回折格子3の形状が決められている。

【0030】基準面2cまでの固浸レンズ2の厚みをt、媒質の屈折率をn、光束Lの設計波長をλ、斜面3aのピッチをp、斜面3aの高さをh、とすると、

$$\sin\alpha = n \sin(\alpha - \phi) \quad \dots \textcircled{③}$$

が成り立つ。ここで、 $\tan\phi = x/t$ 、 $\tan\alpha = h/p$ である。

【0031】また、回折格子3に入射後における光束Lbと光束Lb'との光路差をd0とすると、 $d0 = ps \sin\phi$ となり、光路差d0により光束Lb、Lb'が互

いに強め合う条件は、 $nd0 = \lambda$ より

$$ps \sin\phi = \lambda \quad \dots \textcircled{④}$$

となる。

【0032】従って、式③④より

$$h = \lambda / (n \cos\phi + 1)$$

$$p = \lambda / n \sin\phi$$

となり、回折格子3の形状が決められる。

【0033】このような固浸レンズ2は、第2実施形態と同様に、成形加工あるいはフォトエッチングにより高精度且つ大量に製造することができます。そして、アレイ状の固浸レンズを21(図4参照)を簡単に製造するこ

とができる。製造コストを削減可能になる。更に、集光レンズ1(図2、図5参照)を必要としないので部品点数を削減することができる。

【0034】

【発明の効果】請求項1の発明によると、固浸レンズの厚みを薄くすることによってともに、厚みに対する頂点から最周辺の光束の入射点までの光軸に沿った変位が小さくなっている、側面部を広く確保することができます。従って、複数の固浸レンズが側面部で配列して繋かれた形の板状体を成形加工により容易に作成することができます。そして、個々にカッティングして分離することで容易に大量の固浸レンズを得ることができます。製造コスト削減が可能となる。

【0035】請求項2の発明によると、回折格子を写真製版技術によるフォトエッチング等の方法でステップ状に形成することができますようになり、簡単に高精度且つ大量の回折格子を形成することができます可能となる。

【0036】請求項3の発明によると、回折格子を写真製版技術によるフォトエッチング等の方法でステップ状に形成することができますようになり、簡単に高精度且つ大量の回折格子を形成することができます可能となる。更に、集光レンズを必要としないので部品点数を削減することができます。

【0037】請求項4の発明によると、板状体から複数の固浸レンズを1つの単位としてカッティングすることにより、アレイ状の固浸レンズを簡単に得ることができます。その結果、個々の固浸レンズを精度良く配列させる必要なく製造コストに削減することができます。

【0038】請求項5の発明によると、複数の固浸レンズが配列して繋かれた形の板状体から個々にカッティングして分離することで容易に大量の固浸レンズを得ることができます。また、板状体から複数の固浸レンズを1つの単位としてカッティングすることにより、アレイ状の固浸レンズを簡単に得ることができます。

【0039】請求項6の発明によると、回折格子を写真製版技術によるフォトエッチング等の方法でステップ状に形成することができますようになり、簡単に高精度且つ大量の回折格子を同時に形成することができます可能となる。そして、複数の固浸レンズが配列して繋かれた形の板状

7
体から個々にカッティングして分離することで容易に大量の固浸レンズを得ることができる。また、板状体から複数の固浸レンズを1つの単位としてカッティングすることにより、アレイ状の固浸レンズを簡単に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の固浸レンズを説明する図である。
【図2】 本発明の第1実施形態の固浸レンズを説明する図である。

【図3】 本発明の第1実施形態の固浸レンズの部分拡大図である。 10

【図4】 本発明の第1実施形態の固浸レンズの製造方法を示す図である。

【図5】 本発明の第2実施形態の固浸レンズを説明*

*する図である。

【図6】 本発明の第2実施形態の固浸レンズの部分拡大図である。

【図7】 本発明の第2実施形態の固浸レンズの製造方法の例を示す図である。

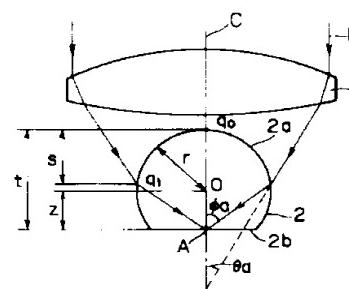
【図8】 本発明の第3実施形態の固浸レンズを説明する図である。

【図9】 本発明の第3実施形態の固浸レンズの部分拡大図である。

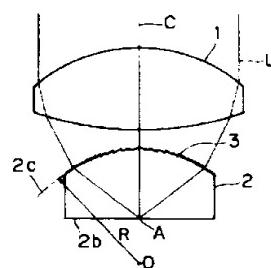
【符号の説明】

- 1 集光レンズ
- 2 固浸レンズ
- 3 回折格子
- 20 板状体

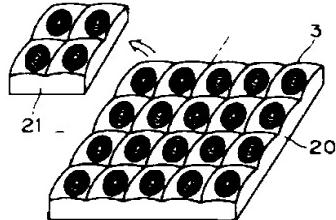
【図1】



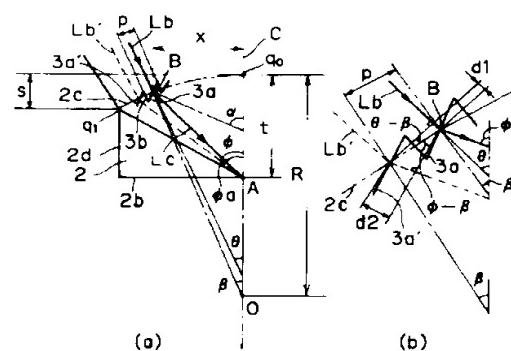
【図2】



【図4】



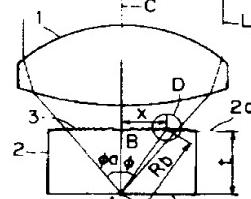
【図3】



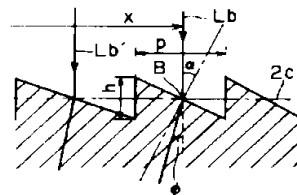
(a)

(b)

【図5】



【図9】



【図7】



【図8】

